

Universidad Nacional de la Plata

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales



Trabajo Final

“Evaluación de la actividad biológica de polvos vegetales sobre *Rhyzopertha dominica* (Fabr.) (Coleoptera: Bostrichidae) y *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Col.: Tenebriodae) en granos almacenados”

Alumno: Santiago Oldani Ratto

Legajo N°: 25106/5

Correo electrónico: *santiago.oldani@hotmail.com*

Directora: Ing. Agr. Susana Beatriz Padín

Codirectora: Ing. Agr. Cecilia Beatriz Fusé

Lugar de realización: Insectario y laboratorio del curso de Terapéutica Vegetal

Fecha de entrega: 06-10-2016

INDICE

RESUMEN.....	3
INTRODUCCION.....	4
Objetivo general.....	9
Objetivos particulares.....	9
MATERIALES Y METODOS.....	10
Cría de insectos.....	10
Material Vegetal.....	10
Determinaciones realizadas.....	11
RESULTADOS Y DISCUSION.....	16
CONCLUSIONES.....	20
BIBLIOGRAFIA.....	22
ANEXO.....	26
Tablas.....	26
Fotografías.....	31

RESUMEN

En Argentina, las pérdidas provocadas por plagas de granos almacenados se estiman entre el 7 y el 10% de la producción. Estos insectos ocasionan daños directos por el consumo, e indirectos como el calentamiento de los granos, desarrollo de hongos y micotoxinas. Así adquiere importancia realizar un correcto almacenaje, generando en torno a los granos una situación favorable para su conservación. Los insecticidas de síntesis son utilizados en la actualidad como el principal método de control. Pero la necesidad de una agricultura de bajo impacto, ha impulsado el desarrollo de productos alternativos, menos tóxicos y ecológicamente aceptables. Considerando lo anteriormente expuesto, se propuso evaluar la bioactividad de las especies vegetales *Solanum granuloso-leprosum* (Solanaceae), *Pascalia glauca* (Asteraceae) y *Jodina rombifolia* (Santalaceae) para el control de *Rhyzopertha dominica* y *Tribolium castaneum* en granos almacenados. Los parámetros evaluados fueron: índice de repelencia (IR), mortalidad por ingestión de dieta (MID), tiempo de empuje (TE_{50} y TE_{90}), concentraciones letales (CL_{50} y CL_{90}), porcentaje de emergencia de adultos, porcentaje de reducción de emergencia de adultos y evaluación de la producción de la progenie F1. La especie que presentó mejor comportamiento repelente fue “fumo bravo” para ambos insectos. En la evaluación de mortalidad, para *R. dominica* la única especie que resultó efectiva fue “sunchillo”, mientras que para *T. castaneum* ninguno de los tratamientos fue efectivo. En la evaluación del desarrollo pupal de *T. castaneum*, para el tiempo de empuje (TE_{50} y TE_{90}), la especie que mayor retardo presentó fue “sunchillo”. Respecto a las evaluaciones de emergencia para *R. dominica* las especies estudiadas resultaron efectivas con fuertes reducciones principalmente “sombra de toro” y “sunchillo”. Para *T. castaneum* todos los tratamientos redujeron parcialmente la emergencia, sin presentar diferencias significativas entre ellos. Se concluye que la utilización de sustancias bioactivas provenientes de extractos vegetales es una herramienta promisorio en control no contaminante de *R. dominica* y *T. castaneum* en granos almacenados, que debería profundizarse en estudios posteriores.

1. INTRODUCCION

En Argentina, la producción de alimentos ocupa un rol estratégico dentro de la actual estructura económica. La participación del sector primario en la economía nacional representa un 5,44% del Producto Bruto Interno en forma directa (INDEC, 2015) y en forma integrada, las cadenas agroalimentarias argentinas aportan un 15% del PBI (Bragachini *et. al.*, 2011). Son los cultivos agrícolas los que mayor influencia tienen dentro del sector primario, alcanzando la producción de cereales y oleaginosas, a nivel nacional, un volumen de 90 millones de toneladas durante la campaña 2011-12 (SIIA – MAGyP, 2014).

Debido a la dinámica estacional de la producción agrícola, se hace necesario el almacenamiento de los granos. La producción es discontinua y periódica, mientras que el consumo es permanente e ininterrumpido. De este modo, el almacenamiento constituye una herramienta fundamental para salvar esos desacoples temporales que existen entre la producción y su utilización o consumo (Arias, 1993).

El volumen y la calidad de los granos, quedan determinados por el manejo durante la etapa de desarrollo del cultivo a campo. Luego, desde el instante en que se realiza la cosecha, pueden generarse circunstancias que irán ocasionando mermas y/o deterioros en la producción, cuyas implicancias dependerán del grado que alcancen, afectando el destino final de la misma. En este contexto, adquiere suma importancia controlar los procesos de cosecha y poscosecha, de modo tal de mitigar esas pérdidas a fin de conservar el volumen y la calidad inicialmente lograda (Arias, 1993).

En numerosos países en vías de desarrollo, pérdidas globales de poscosecha en cereales y leguminosas de grano situadas en el orden 10 al 15% suelen ser valores corrientes (De Lucia & Assennato, 1993).

En Argentina, las pérdidas provocadas por plagas de granos almacenados se estiman entre el 7 y el 10% de la producción total (Stefanazzi *et. al.*, 2006). Otros autores coinciden, que estas mermas alcanzan niveles que van entre un 5 al 10% (Casini & Santajuliana, 2006).

La merma se debe, en general, a la reducción del peso, calidad, valor comercial y poder germinativo de las semillas que condicionan la disponibilidad de alimentos y sus volúmenes exportables. Los insectos plaga de los granos almacenados ocasionan daños directos por el consumo y contaminación del producto, e indirectos, tales como el calentamiento del grano, desarrollo de hongos y micotoxinas (Fusé *et al.*, 2013).

Por ello, es primordial llevar a cabo un correcto almacenaje de granos, generando en torno a los mismos una situación favorable para su conservación. Teniendo como premisa básica, que el grano que se va a almacenar debe estar seco, frío, sano, limpio, libre de insectos y de patógenos.

Un aspecto clave a destacar es el estado (integridad) del grano cuando llega al depósito para su almacenamiento. Los granos sucios, con impurezas y tierra, y los dañados físicamente son los más susceptibles de ser atacados por los insectos y plagas en general (Casini & Santajuliana, 2006).

Dentro de los principales factores responsables del deterioro de los granos almacenados, los insectos ocupan un lugar muy destacado. Se reconocen aproximadamente 250 especies de insectos que atacan a granos y sus productos en la etapa de almacenaje, siendo alrededor de 20 las especies más relevantes (De Los Mozos Pascual, 1997).

Los mayores perjuicios económicos son provocados por especies pertenecientes al orden Coleóptera, entre ellos *Tribolium castaneum* (Herbst) (Tenebrionidae), *Sitophilus* spp. (Curculionidae), *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Bostrichidae), *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus) (Cucujidae) y *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Bruchidae), entre otros (Fusé *et. al.*, 2013).

Según el origen de la infestación de los granos se los clasifica en: a) infestación primaria, a campo o en depósito y b) infestación secundaria. La infestación primaria proveniente del campo se produce en algunos cultivos (maíz, trigo, sorgo) cuando ciertas especies, como *Sitophilus zeamais* o *Sitotroga cerealella*, por sus características de insectos voladores llegan al cultivo cuando en el subperíodo de espigazón – maduración (Marsans, 1987).

La infestación primaria en depósito ocurre cuando el grano entra en contacto con la plaga, debido a la presencia de la misma en el lugar donde será almacenado el grano.

En esta categoría se incluyen aquellas especies de insectos que atacan el grano por primera vez, como *Sitophilus oryzae* (L.), *Sitophilus granarius* (L.), *R. dominica* (F.), *O. surinamensis* (L.), *S. zeamais* y *S. cerealella*. Este grupo de insectos poseen la capacidad de atravesar la cubierta exterior y penetrar en los granos, hecho que facilita la entrada de otros artrópodos como los carcomas, tribolios y ácaros, que conforman el grupo de infestación secundaria, y que por sí solos son incapaces de actuar directamente sobre el grano (Marsans, 1987).

Rhyzopertha dominica comúnmente conocido como el taladrillo de los granos es una plaga primaria de distribución mundial, tiende a predominar sobre otras especies en climas cálidos o templados con baja humedad relativa y tiene preferencia por los cereales. Los adultos poseen la capacidad de volar, facilitando su dispersión entre las instalaciones, pudiendo dar origen a nuevas infestaciones. Las hembras colocan los huevos sobre la superficie de los granos, pero luego de la eclosión, las larvas ingresan en el interior de los mismos donde permanecen alimentándose durante todos los estadios larvales, hasta empupar. Una vez adulto, sale del grano por un orificio, dejando lo que en trigo se conoce como “núcleo dañado por insecto” (IDK) un grano con un significativo daño físico, de menor peso hectolítrico y alterado en las proporciones de sus componentes. Por lo mencionado anteriormente, para el manejo de esta plaga es clave evitar su establecimiento y colonización, mediante el uso de productos de acción preventiva, que ofrezcan protección de los granos contra adultos y neonatos (Kaoud *et al.*, 2013). El taladrillo de los granos es una de las principales plagas asociadas a los granos almacenados debido a su alto potencial biótico y su amplia gama de huéspedes, ya que ataca trigo, cebada, arroz y avena lo que aumenta la necesidad de un control efectivo. Posee un gran potencial destructivo en granos de trigo debido a que es capaz de dañar 5 o 6 veces su propio peso en una semana (Guzzo *et. al.*, 2006).

Tribolium castaneum conocido comúnmente como carcoma de la harina, distribuido en todo el mundo, se lo clasifica dentro del conjunto de las plagas secundarias, de acuerdo a su hábito alimenticio. Se alimenta de granos quebrados, productos de la molienda de los mismos y particularmente, es considerado una de las principales plagas de la harina de trigo a nivel mundial (Dell’Orto Trivelli & Arias Velázquez ., 1985).

En Argentina el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca reglamenta a través del SENASA, las normas de comercialización que establecen los estándares para cereales y oleaginosas. Los límites o tolerancias admitidas para este tipo de daño, denominado en la normativa como “grano picado”, son: Maíz 3%; Trigo pan 0,5%; Sorgo 0,5%; no especificando en el caso de Girasol y Soja. Asimismo, se establece que la mercadería debe encontrarse libre de insectos y/o arácnidos vivos, de lo contrario se la considera fuera de estándar (Bolsa de Comercio de Rosario, 2014).

Dicha reglamentación pretende, mediante normas preestablecidas aplicables en la liquidación final, concientizar al propietario de la mercadería para que realice un estricto control de la

misma a los efectos de remitir un producto de calidad y sanidad totalmente libre de insectos vivos (Marsans, 1987).

El almacenamiento de los granos se encuentra en mayor proporción en manos del productor agropecuario, luego están los diferentes tipos de acopios y en menor grado la industria. El productor, quizás es el menos cuidadoso en este aspecto, simplemente porque el almacenamiento es una tarea incorporada recientemente y tal vez le falte ajustar cuestiones vinculadas al manejo. En cambio los acopios y la industria son más aplicados, emplean diferentes métodos de control y en algunos casos contratan servicios de terceros para el monitoreo de plagas en poscosecha (Casini & Santajuliana, 2006).

Desde los primeros intentos de control de plagas en productos almacenados hasta la actualidad el hombre ha desarrollado una variada gama de técnicas de control basadas en el conocimiento preciso de la biología, comportamiento de las especies implicadas y en las posibilidades que ofrecen los avances tecnológicos. Estas técnicas permiten abordar el problema de las plagas desde distintas perspectivas. Algunas actuaciones son de tipo preventivo y su adopción es siempre recomendable. Pero iniciada la infestación, es necesario aplicar medidas de tipo curativo si se quiere preservar la integridad del producto almacenado. Ciertos métodos como los tratamientos químicos pueden aplicarse en ambos contextos (De Los Mozos Pascual, 1997).

Los insecticidas de síntesis, ampliamente adoptados como metodología de intervención, han brindado un importante servicio en el manejo de plagas y vectores de enfermedades durante las décadas pasadas. Pero los mismos, continúan empleándose en la actualidad como la principal fuente de control, en el marco de una controvertida ecuación costo – beneficio, a raíz de su conocido impacto negativo sobre la salud del hombre y sobre el equilibrio de los ecosistemas (Stadler *et. al.*, 2010).

En el caso de *R. dominica* tradicionalmente se han utilizado insecticidas protectores de grano. Debido a la resistencia y a la renuencia generalizada del mercado a aceptar residuos químicos, los administradores de almacenamiento de granos han optado por aplicar fosfina (fosfuro de aluminio) durante los últimos 10 - 15 años. Sin embargo, la industria ha estado experimentando muchas fallas de control con este fumigante. Asimismo como no hay una alternativa práctica a la fosfina, están respondiendo a controlar los fallos mediante aplicaciones más frecuentes y/o con dosis más elevadas. Pero por lo general, las instalaciones no son previamente selladas a la fumigación de manera que es frecuente la sub-

dosificación y las concentraciones no se supervisan. Esta sub-dosificación ha permitido la supervivencia de los insectos heterocigotas para los genes de resistencia y la re-fumigación, debido a los fracasos iniciales, ha dado lugar a la selección de poblaciones con altas frecuencias de insectos homocigotas para genes de resistencia. (Lorini & Collins, 2006).

La creciente demanda de una agricultura de bajo impacto ha impulsado a los investigadores y la industria, a trabajar en el desarrollo de fitosanitarios alternativos, menos tóxicos y ecológicamente aceptables, que se ajusten a las normas internacionales. En el mismo sentido se ha promovido la búsqueda de insecticidas alternativos por fuera del marco de la síntesis orgánica, explorando sustancias de origen natural como extractos vegetales, aceites insecticidas e insecticidas inorgánicos (Stadler *et. al.*, 2010).

Sobre la base de estas consideraciones, la protección de los productos almacenados por métodos exclusivamente químicos no parece ser una estrategia aceptable a largo plazo, es necesario adoptar una perspectiva más global en la que se incorporen otros métodos y se integren adecuadamente en función de las posibilidades y las circunstancias concretas de cada situación, es decir una estrategia de control integrado (De Los Mozos Pascual, 1997).

De este modo surgen interesantes alternativas como la utilización de polvos vegetales, una técnica recuperada de la agricultura de subsistencia de países principalmente de África y América Central (Lagunes & Rodríguez, 1989), donde se utilizaban en graneros rústicos con el fin de evitar el daño de insectos, especies vegetales como tabaco (*Nicotiana tabacum* L. (Solanaceae)), menta (*Menta spicata* M. (Lamiaceae)), paraíso (*Melia azedarach* L. (Meliaceae)), cebolla (*Allium cepa* L. (Amaryllidaceae)), ají o chile (*Capsicum spp.* (Solanaceae)), entre otras.

En la actualidad diversos grupos de investigadores trabajan en la búsqueda de plantas con propiedades insecticidas, en tal sentido se pueden citar a Stefanazzi *et. al.* (2006) que ensayaron con extractos de aceites de *Tagetes terniflora* K. en *T. castaneum*; Rupp *et. al.* (2006) utilizaron aceites esenciales de *Eucaliptus globulus* M., *Menta piperita* L. y *Ocimum basilicum* L. en *S. zeamais*. Olivero-Verbel *et. al.* (2009) evaluaron la actividad repelente de *Lippia origanoides* K., *Citrus sinensis* O. y *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle en *T. castaneum*; y Arthur *et. al.* (2011) publicaron los resultados empleando *Nepeta cataria* L. en *T. castaneum* y *T. confusum*.

El uso más sencillo de estos compuestos en la protección de granos almacenados es como polvos. Las plantas se secan, luego se muelen, y se mezclan con el grano, lo que modifica el ecosistema de las plagas presentes en los mismos. Los efectos más significativos en el comportamiento de los insectos están relacionados con la selección del hospedero para alimentación y ovoposición, y en cuanto a la alteración del metabolismo las consecuencias más importantes son aquellas relacionadas con la duración del ciclo del insecto, fecundidad y sobrevivencia (Salvadores *et. al.*, 2007).

La mayoría de las especies vegetales evaluadas en la protección de granos almacenados, exhiben un efecto insectistático más que insecticida, inhiben el desarrollo normal de los insectos, al actuar como repelentes o disuasivos de la alimentación u oviposición, lo cual hace que muchas veces se sobredimensionen sus efectos protectores. Las plantas con esta propiedad actúan en forma preventiva, pues una vez que el insecto penetra el grano, cualquier polvo de probada eficiencia protectora carece de efecto (Silva *et. al.*, 2003).

En este sentido, se considera a los polvos vegetales como una alternativa promisorio en un marco de una estrategia integrada de control de plagas. Considerando lo anteriormente expresado, se postula como **Hipótesis** del presente trabajo final que: “La utilización de polvos vegetales aporta un efecto protector contra taladrillos y carcomas, constituyendo una alternativa de control para el manejo integrado de plagas en granos almacenados”.

Objetivo general

“Evaluar la bioactividad de diferentes especies vegetales para el control de *R. dominica* y *T. castaneum* en granos almacenados”

Objetivos particulares

- Seleccionar especies vegetales y establecerlas como objeto de estudio, para fuente de fitoterápicos.
- Evaluar el potencial efecto protector sobre granos almacenados de productos vegetales para control de *R. dominica* y *T. castaneum*.
- Desarrollar alternativas no contaminantes para el manejo de *R. dominica* y *T. castaneum* en granos almacenados.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1. Cría de insectos

Se utilizaron para los ensayos dos especies de insectos, *R. dominica* (de infestación primaria) y *T. castaneum* (de infestación secundaria). Se efectuaron crías sincronizadas de ambas especies, provenientes de ejemplares libres de todo tipo de contaminación. Las mismas se llevaron adelante en el insectario perteneciente a la Cátedra de Terapéutica Vegetal de la FCAYF – UNLP, bajo condiciones controladas de humedad y temperatura (26 ± 2 °C y $70 \pm 5\%$ HR) y sometidas a dietas especiales para cada especie.

En el caso de *R. dominica*, se empleó una dieta a base de granos de cebada perlada, mientras que para *T. castaneum* se utilizó una mezcla con las siguientes proporciones 850 g de harina de trigo, 50 g de levadura en polvo, 50 g de germen de trigo y 50 g de leche descremada en polvo.

2.2. Material vegetal

El material vegetal corresponde a especies nativas del monte ribereño, que fue recolectado en campos de la zona de Magdalena, provincia de Buenos Aires ($35^{\circ} 9'14.27''$ Latitud Sur y $57^{\circ}22'23.34''$ Longitud Oeste).

Posteriormente se lo dejó secar a temperatura ambiente, por un período aproximado de 30 días. Luego se llevó a estufa a temperatura de 40 °C hasta peso constante y finalmente fue molido para obtener los polvos de cada una de las especies vegetales en estudio.

En base a los antecedentes registrados sobre la temática propuesta en el presente Trabajo Final de Carrera (Vianna *et. al.*, 2012; Vianna *et. al.*, 2013a y 2013b, entre otros) se trabajó con las especies vegetales y estructuras detalladas en la **Tabla 1**.

2.3. Determinaciones realizadas

2.3.1 Bioensayos de repelencia

Se propuso el empleo del método del olfatómetro y el método de evaluación en caja de Petri para determinar la actividad biológica de los polvos vegetales de las especies citadas.

En ambos métodos los recipientes utilizados fueron previamente desinfectados con alcohol etílico 96° y posteriormente pasados sobre llama de mechero. Se dispuso emplear una dieta compuesta de cebada perlada en el caso de *R. dominica* y de trigo partido para *T. castaneum*.

Los insectos utilizados en este bioensayo, fueron adultos previamente sometidos a un periodo de ayuno de 24 horas. Mientras que a las dietas empleadas tanto el trigo partido como la cebada perlada se le practicó una prueba biológica de 72 horas y una vez certificada la inocuidad se procedió a dar inicio al ensayo.

Se prepararon las dietas tratadas con polvo vegetal correspondiente a cada una de las especies evaluadas empleando una concentración única de 5% p/p y luego se mezclaron agitando durante 30 segundos para lograr una distribución uniforme. Las pesadas para esta preparación se llevaron a cabo con una balanza Ohaus Traveler (precisión 0,01 g y capacidad 300 g) perteneciente a la Cátedra de Terapéutica Vegetal de la FCAyF, UNLP.

2.3.1.a. Método del olfatómetro

El olfatómetro está constituido por dos envases de vidrio hexagonales de 250 mL cada uno, los cuales se hayan conectados mediante un tubo plástico de 30 cm de largo y 1 cm de diámetro, sobre el que se realizó un orificio cuadrado de 1 cm de lado, equidistante a los dos recipientes. Los extremos del tubo se introducen dentro de cada recipiente a través de un orificio practicado en la tapa plástica de los mismos. La zona de unión fue posteriormente sellada con silicona termofusible, para evitar la pérdida de compuestos volátiles de los polvos vegetales como así también impedir el escape de insectos (Fotografía 4).

Cada unidad de olfatómetro, se conformó por uno de los recipientes que contenía 20 g de dieta tratada (tratamiento), mientras que el otro recipiente con 20 g de dieta sin tratar (testigo). Finalmente se incorporaron 20 adultos por el orificio central del tubo conector y se

mantuvieron en oscuridad para evitar todo tipo de alteración que pueda efectuar la luz sobre el comportamiento de los insectos. Para cada tratamiento se realizaron 5 repeticiones.

Luego de transcurrida una hora del inicio del ensayo se registró la cantidad de insectos que permanecían en el tubo conector, posteriormente a las 24 h se observó el número de insectos en cada recipiente.

2.3.1.b. Métodos de las cajas de Petri

El método de evaluación en cajas de Petri, consistió en montar dentro de cada caja una base de papel de filtro ubicado sobre el fondo, con el objetivo de que la aspereza del papel evite que los insectos patinen sobre el vidrio y mejore la movilidad de los mismos. Luego se colocaron sobre el papel dos porciones de 5 g de dieta cada una, una tratada y otra sin tratar, dispuestas en hemisferios opuestos entre medio de las cuales se trazó una recta. Por último se introdujeron 20 adultos ubicándolos sobre la recta trazada, para cada tratamiento se realizaron 5 repeticiones. Una vez efectuado el ensayo las cajas se mantuvieron en oscuridad y a las 24 h se registró el número de insectos en cada hemisferio.

Para calcular el índice de repelencia (IR) en ambos métodos se empleó la fórmula propuesta por Mazzonetto (2002), en la cual $IR = 2T / (T+C)$ siendo T: % de insectos en zona tratada y C: % de insectos en zona no tratada. Estableciendo que valores mayores a la unidad (>1) indican atractancia, iguales a uno ($= 1$) comportamiento neutro y valores inferiores a la unidad (< 1) indican repelencia.

2.3.2 Bioensayos de mortalidad

Se realizó mediante el método por ingestión de dieta, sometiendo a los insectos adultos de *R. dominica* y *T. castaneum* a un periodo de ayuno de 24 h previo al bioensayo. Los frascos de vidrio hexagonales de 250 ml, empleados como instrumental para esta determinación, fueron esterilizados con alcohol etílico 96° y posteriormente sobre llama de mechero. Mientras que a las dietas empleadas tanto a la cebada perlada para *R. dominica*, como al grano partido de trigo para *T. castaneum* se les practicó una prueba biológica de 72 h y una vez certificada la inocuidad se procedió a dar inicio al ensayo.

Seguidamente se prepararon las dietas tratadas con polvo vegetal correspondiente a cada una de las especies evaluadas empleando tres concentraciones de 1, 2 y 5% p/p y luego se mezclaron para lograr una distribución uniforme.

Todos los tratamientos ensayados se confeccionaron con 5 réplicas y los recuentos se efectuaron a los 7 y 14 días de comenzado el ensayo. Los parámetros evaluados fueron % de mortalidad y concentraciones letales (CL₅₀ y CL₉₀).

Previo al análisis estadístico se utilizó la fórmula de Schneider & Orelli para corregir el valor de porcentaje de eficiencia de mortalidad con el control. La misma es otra expresión derivada de la fórmula de Abbot (Costa *et al.*, 1974).

$$\% EF = ((\% ME - \% MT) / (100 - \% MT)) * 100$$

Dónde:

% EF = Porcentaje de Eficiencia

% ME = Porcentaje de Muertos Ensayo

% MT = Porcentaje de Muertos Testigo

2.3.3 Evaluación sobre el desarrollo pupal

Esta determinación se realizó únicamente para la especie *T. castaneum*. En 15 cajas de Petri se introdujeron 30 adultos de *T. castaneum* por caja, con dieta sin tratar (se empleó una mezcla con las siguientes proporciones 850 g de harina, 50 g de levadura en polvo, 50 g de germen de trigo y 50 g de leche en polvo). Con la finalidad de obtener larvas con edades estandarizadas, transcurridos 6 días se retiraron los insectos padres. Posteriormente a los 18 días de incorporados los adultos se extrajeron 20 grupos de 20 larvas de estadios iniciales. Cada grupo de 20 larvas se incorporó a una caja de Petri con su tratamiento correspondiente.

La concentración evaluada fue del 5 % p/p de polvos vegetales incorporados a la dieta y se practicaron 5 repeticiones para cada tratamiento. A partir de este momento se comenzó una inspección ocular cada 2 días con el objetivo de registrar datos de mortalidad y desarrollo, durante un periodo de 28 días hasta que todos los ejemplares del control alcancen su estado adulto. El bioensayo se realizó con la finalidad de estudiar una probable demora del tiempo de

empupe (TE_{50} y TE_{90}), (tiempo expresado en días que transcurre hasta que el 50% y 90% de las larvas expuestas alcancen el estado de pupa en cada tratamiento).

2.3.4 Evaluación del porcentaje de emergencia de adultos

Para esta determinación se colocaron 20 insectos adultos de edades estandarizadas en cajas de Petri. Practicando un tratamiento control con dieta sin tratar y 3 tratamientos con dietas tratadas con los polvos vegetales (FB, S y ST) evaluados a una concentración del 5 % p/p. En el caso *R. dominica* la dieta fue cebada perlada, mientras que para *T. castaneum* la dieta correspondiente fue la mezcla (harina, germen de trigo, levadura de cerveza y leche en polvo descremada).

Luego de 5 días, fueron retirados los adultos padres y a los 55 días se tomó registro de los adultos de la generación F1. Se realizaron 5 repeticiones para cada tratamiento.

El parámetro evaluado fue el porcentaje de emergencia de la generación F1 en forma comparativa con el testigo no tratado. La emergencia de éste último se tomó como 100%. Éste porcentaje de emergencia relativa se calculó utilizando la fórmula descripta por Aguilera (2001).

$$E = (Etr / Ete) * 100$$

Dónde:

E = Porcentaje de Emergencia.

Etr = Porcentaje de Emergencia en el tratamiento.

Ete = Porcentaje de Emergencia en el testigo absoluto.

2.3.5 Evaluación del porcentaje de reducción de la emergencia

Es una evaluación que se desprende de la determinación anterior. El parámetro evaluado fue el porcentaje de reducción de la emergencia de la generación F1 respecto al testigo absoluto.

$$R = 100 - E$$

Dónde:

R = Porcentaje de Reducción de la emergencia.

E = Porcentaje de Emergencia.

2.3.6 Evaluación de la producción de progenie F1

Es una evaluación que se desprende de la determinación 2.3.4 *Evaluación del porcentaje de emergencia de adultos*.

2.3.7 Análisis estadístico de los resultados

Los datos obtenidos de las evaluaciones de emergencia de adultos fueron analizados mediante ANOVA, y las medias fueron comparadas por el Test de Tukey $\alpha=0,05$.

Para estimar los valores de tiempo de empuje medio (TE_{50} y TE_{90}) y concentración letal (CL_{50} y CL_{90}) se empleó el análisis Probit.

En los bioensayos de mortalidad previo a análisis estadístico se utilizó la fórmula de Schneider & Orelli para corregir el valor de % de mortalidad con el control. Los datos relevados en los bioensayos de mortalidad fueron analizados mediante un análisis multifactorial de la varianza y las medias fueron comparadas por el Test de Tukey ($\alpha=0,05$).

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Bioensayos de repelencia

3.1.a. Método del olfatómetro

Rhyzopertha dominica

La propuesta del método del olfatómetro no resultó efectiva para la determinación con esta especie, pues los insectos quedaron en su mayoría en el tubo conector y no lograron desplazarse.

Tribolium castaneum

Del análisis de los resultados expresados en la Tabla 2 se desprende que la única especie que presentó efecto repelente frente a *T. castaneum* fue *S. granuloso-leprosum* (Fumo Bravo) mostrando un IR de 0,84. Mientras que en los tratamientos con *P. glauca* (Sunchillo) y control los valores de IR obtenidos fueron cercanos a la neutralidad (IR=1,02 en ambos casos); y en *J. rhombifolia* (sombra de toro) se obtuvo un IR de 1,21 indicando un efecto attractante.

3.1.b. Método de las cajas de Petri

Rhyzopertha dominica

Los resultados observados en la tabla 3, nos indican que *S. granuloso-leprosum* (Fumo Bravo) y *P. glauca* (sunchillo) presentaron efecto repelente frente a *R. dominica* con un IR de 0,42 y 0,76 respectivamente. Mientras que para el tratamiento de control los valores de IR fueron cercanos a la neutralidad (IR=1,06); y en el caso de *J. rhombifolia* (sombra de toro) se obtuvo un efecto atrayente con un IR de 1,26.

Tribolium castaneum

De los resultados de la tabla 4, se desprende que en esta metodología *S. granuloso-leprosum* (fumo bravo) manifestó un leve efecto repelente frente a *T. castaneum* (IR=0,90). Mientras que para el tratamiento de *J. rhombifolia* (Sombra de Toro) y el control los valores de IR

obtenidos fueron cercanos a la neutralidad presentando IR de 0,96 y 1,08 respectivamente. Finalmente *P. glauca* (sunchillo) presentó un efecto attractante con un IR de 1,21.

3.2 Bioensayos de mortalidad

Los datos obtenidos en los bioensayos de mortalidad fueron previamente corregidos utilizando la fórmula de Schneider & Orelli, para luego ser analizados mediante ANOVA y las medias comparadas por el Test de Tukey ($\alpha=0,05$).

Rhyzopertha dominica

Del análisis de los resultados expresados en la tabla 5 se observa que para *R. dominica* el tratamiento que logró mayor mortalidad fue *P. glauca* (sunchillo), diferenciándose estadísticamente de las otras dos especies evaluadas ($p=0,000$; $F=16,41$).

Respecto a la evaluación en función de las concentraciones empleadas se observa en la tabla 6, que hay diferencias significativas únicamente entre las concentraciones de 5% y 1% ($p=0,003$; $F=6,29$).

Del análisis de la tabla 7, se desprende que existen diferencias significativas cuando se evalúa el porcentaje de mortalidad en función del tiempo, ($p=0,000$; $F=36,87$).

El cálculo de las concentraciones letales permitió establecer valores de 1,89 % para la CL 50 y 5,36 % (CL 90) para sunchillo, mientras que sombra de toro mostró valores de 4,77 % y 10,82% respectivamente. Por último para fumo bravo la CL 50 fue de 5,70 % y de 14,67 % para la CL 90 (Tabla 8).

Tribolium castaneum

Los resultados observados en la tabla 5, nos indican que ninguno de los tratamientos fue efectivo en *T. castaneum* para mortalidad por ingestión de dieta. Los resultados del ANOVA correspondiente no evidenciaron diferencias significativas ($p=0,309$; $F=1,19$).

Respecto a la evaluación en función de las concentraciones empleadas se observa en la tabla 6, que no se registraron diferencias significativas ($p=0,926$; $F=0,08$).

Del análisis de la tabla 7, se desprende que existen diferencias significativas cuando se evalúa el porcentaje de mortalidad en función del tiempo, obteniendo los mejores resultados a los 14 días post-tratamiento ($p=0,000$; $F=23,41$).

En *T. castaneum* debido a la baja mortalidad observada no se realizó el cálculo de las concentraciones letales.

3.3 Evaluación sobre el desarrollo pupal

Tribolium castaneum

Del análisis de los datos de la tabla 9, se desprende que no se detectaron modificaciones en el desarrollo pupal. Donde no se evidenciaron diferencias en el tiempo de empupe (TE_{50} y TE_{90}).

3.4 Evaluación del porcentaje de emergencia de adultos

Rhyzopertha dominica

Para esta especie los porcentajes de emergencia de adultos en los tratamientos respecto al control (100%) fueron de 7,27% para sombra de toro, 9,09% para sunchillo y 38,18% para fumo bravo.

Tribolium castaneum

Para *T. castaneum* los porcentajes de emergencia de adultos en los tratamientos respecto al control (100%) fueron de 87,76% para sunchillo, 88,01% para sombra de toro y 93,11% para fumo bravo.

3.5 Evaluación del porcentaje de reducción de la emergencia

Rhyzopertha dominica

Para esta especie los porcentajes de reducción de la emergencia de adultos en los tratamientos respecto al control (0%) fueron de 92,73% para sombra de toro, 90,91% para sunchillo y 61,82% para fumo bravo.

Tribolium castaneum

Para *T. castaneum* los porcentajes de reducción de la emergencia de adultos en los tratamientos respecto al control (0%) fueron de 12,24% para sunchillo, 11,99% para sombra de toro y 6,89% para fumo bravo.

3.6 Evaluación de la producción de progenie F1

Rhyzopertha dominica

Como se observa en la tabla 10, para *R. dominica* existen diferencias significativas entre los tratamientos con polvos vegetales y el control ($p=0,000$; $F=26,84$).

Tribolium castaneum

Mientras que para *T. castaneum* se observa en la tabla 11 que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p=0,574$; $F=0,69$).

4. CONCLUSIONES

Como conclusión de este trabajo final, podemos afirmar que las especies analizadas manifestaron diferentes comportamientos respecto a los parámetros evaluados. Tal es el caso del fumo bravo (*S. granuloso-leprosum*) que presentó gran capacidad repelente para ambos métodos y especies (*R. dominica* y *T. castaneum*). En el método de caja de Petri para *R. dominica* los tratamientos más efectivos fueron fumo bravo y sunchillo; y para *T. castaneum* fumo bravo. Mientras que en el método del olfatómetro para *T. castaneum* fumo bravo fue la especie que también mostro mayor repelencia.

El Sunchillo (*P. glauca*) fue la única especie que resultó efectiva en la evaluación de mortalidad para *R. dominica*; en cuanto a las concentraciones empleadas sólo hubo diferencias significativas entre 5% y 1%. Al evaluar el tiempo de exposición se encontraron diferencias entre 7 y 14 días post-tratamiento. Mientras que para *T. castaneum* ninguno de los tratamientos fue efectivo ni para las especies vegetales evaluadas, ni para las concentraciones ensayadas, sólo se encontraron diferencias significativas entre 7 y 14 días.

Además el Sunchillo (*P. glauca*) fue la especie que mayor retardo presento en la evaluación del desarrollo pupal de *T. castaneum*, si bien las variaciones en el tiempo de empupe (TE50 y TE90) no fueron de gran magnitud.

En las evaluaciones de emergencia de adultos para *R. dominica*, si bien todas las especies resultaron efectivas, los tratamientos “sombra de toro” (*J. rombifolia*) y “sunchillo” (*P. glauca*), manifestaron fuertes reducciones y demostraron una interesante capacidad de supresión sobre la generación F1. Mientras que para *T. castaneum* todos los tratamientos redujeron la emergencia, pero ninguno presentó diferencias significativas respecto del control.

Por lo expuesto anteriormente, podemos afirmar que la capacidad repelente del fumo bravo (*S. granuloso-leprosum*) es un dato consistente ya que se repite en todas las determinaciones y para ambas especies de insectos.

Por otra parte, podríamos inferir que para *R. dominica*, el sunchillo (*P. glauca*) presenta actividad sobre la biología de sus individuos.

En base a lo expresado anteriormente se plantea el desafío de continuar trabajando en la evaluación de la bioactividad de polvos vegetales como alternativas de control no

contaminantes; donde el desarrollo de nuevas herramientas de manejo de las plagas en granos almacenados deberá estar comprometido con la transformación de la agricultura actual hacia una actividad de menor impacto ambiental.

5. BIBLIOGRAFIA

Aguilera M. 2001. Estudios de efectividad biológica con plagas de granos almacenados. In: Bautista, N. y O. Díaz (Eds.) Bases para realizar estudios de efectividad biológica de plaguicidas. Colegio de Posgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Texcoco, México. pag. 43-50.

Arias C. 1993. Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural. Oficina regional de la FAO para América Latina y El Caribe, Santiago, Chile. Ultimo acceso: Enero 2015.

<http://www.fao.org/docrep/X5027S/x5027S00.htm>

Arthur F. H., E. A. Fontenot, J. F. Campbell. 2011. Evaluation of catmint oil and hydrogenated catmint oil as repellents for the flour beetles, *Triboliumcastaneum* and *Triboliumconfusum*. Journal of Insect Science: Vol. 11, Article 128. Ultimo acceso: Enero 2015.

<http://jinsectscience.oxfordjournals.org/content/11/1/128>

Bragachini M., A. Saavedra, J. Méndez, C. Casini, L. Errasquin, F. Ustarroz, M. Bragachini. 2011. Mayor valor agregado en origen. Actualización técnica INTA PRECOP II N° 64.

<http://www.cosechaypostcosecha.org/data/folletos/folletoEvolucionSistProdAgropArgentino2011-06.pdf>

Bolsa de Comercio de Rosario - Cámara Arbitral de Cereales, 2014. Cuadros de normas de calidad para la comercialización de trigo, maíz, soja, sorgo y girasol.

<http://www.cac.bcr.com.ar/Biblioteca%20Digital/Cuadros%20de%20comercializacion1.pdf>

Casini, C. & Santajuliana, M. 2006. Control de Plagas en Granos Almacenados

<http://www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/postcosecha/ControlPlagasGranosAlmacenados.asp>

Costa, J. J., Margheritis A. E., Marsico O. J. 1974. Introducción a la terapéutica vegetal. Editorial hemisferio Sur, pág. 293.

De Los Mozos Pascual, Marcelino. 1997. Plagas de los productos almacenados, Boletín S.E.A. N°20 pág. 93-109. Disponible en:

http://www.sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN_20/B20-007-093.pdf

De Lucia, M. & Assennato, D., 1993. Consultores en la FAO. La ingeniería en el desarrollo – manejo y tratamiento de granos poscosecha. Disponible en:

<http://www.fao.org/3/a-x5041s/x5041S00.htm#Contents>

Dell' Orto Trivelli, H. & Arias Velázquez C. J., 1985. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. Insectos que dañan los productos almacenados.

<http://www.fao.org/docrep/x5053s/x5053s00.htm#Contents>

Fusé, C.B., M. L. Villaverde, S. B. Padín, M. De Giusto, M. P. Juárez. 2013. Evaluación de la actividad insecticida de tierras de diatomeas de yacimientos argentinos. RIA. Vol.39, N°2. Último acceso: Octubre 2014.

Guzzo, E. C., M. A. G. C. Tavares, Vendramin J. D. 2006. Evaluation of insecticidal activity of aqueous extracts of *Chenopodium* spp. In relation to *Rhyzopertha dominica* (Fabr.) (Coleoptera: Bostrichidae). 9th International working conference on stored product protection, PS7-37-6333, pág.926-930.

http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1669-23142013000200015 \t "_blank

INDEC, 2015. Producto interno bruto a precios de mercado, en miles de pesos a precios de 2004. Último acceso: Julio 2016.

http://www.indec.mecon.ar/nivel4_default.asp?id_tema_1=3&id_tema_2=9&id_tema_3=47

Kaoud, H. A., S. Saeid, A. R. El-Dahshan, A. M. El-Behary. 2013. New Methods for the Control of Lesser Grain Borer, *Rhyzopertha dominica*. IJEIT. Vol. 3, N° 4.

http://scholar.cu.edu.eg/?q=sherein-saeid-abdelgayed/files/ijeit1412201310_50.pdf

Lagunes A. & C. Rodríguez H. 1989. Búsqueda de tecnología apropiada para el combate de plagas del maíz almacenado en condiciones rústicas. CONACYT. Colegio de Postgraduados. México, pág. 150.

- Lorini I. & Collins P. J. 2006. Resistance to Phosphine in *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae) collected from wheat storages in Brazil. 9th International working conference on stored product protection, PS4-6-6134, pág.319-323.
- MAGyP, Sistema Integrado de Información Agropecuaria, series estadísticas 2011-2012. Último acceso: Agosto 2014.
http://www.siiia.gov.ar/_apps/siiia/arbol/total_pciaX.php?respuesta=AG
- Marsans, G. 1987. Manejo y Conservación de Granos. Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina. Capítulos 3 y 4.
- Mazzonetto, F. 2002. Efeito de genotipos de feijoeiro e de pós origen vegetal sobre *Zambrotres subfasciatus* (Boh.) e *Acanthoscelides obtectus*(Say) (Col. Bruchidae) 134 p. Tesis doctor em ciencias. Universidad de Sao Paulo, Piracicaba, Sao Pablo, Brasil.
- Olivero - Verbel J., K. Caballero – Gallardo, B. Jaramillo-Colorado. 2009. Actividad repelente de los aceites de *Lippia origanoides*, *Citrus sinensis* y *Cymbopogon nordus* cultivadas en Colombia frente a *Tribolium castaneum* (Herbst). Revista Universidad Industrial de Santander. Salud, volumen 41, Nº 3, pág. 244-250. Último acceso: Enero 2015.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-08072009000300006
- Rupp M. M. M., M. E. da S. Cruz, K. R. F. Schwan-Estrada, S. P. Souza Junior, J. C. T. Collella, M. J. da S. Cruz, A. C. Fiori-Tutida. 2006. Toxic effect of vegetable extracts on adults of *Sitophilus zeamais* Mots. 1855 (Col., Curculionidae). 9th International working conference on stored product protection, PS7-31-6291, pág.890-895.
- Salvadores U. Y., G. A. Silva, M. V. Tapia, R. G. Hepp. 2007. Polvos de especias aromáticas para el control del gorgojo del maíz, *Sitophilus zeamais* (M.) en trigo almacenado. Revista de agricultura técnica, Chile, vol. 67, Nº 2, pág. 147-154.
- Silva, G.; D. Pizarro; P. Casals; M. Berti. 2003. Evaluación de plantas medicinales en polvo para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky en maíz almacenado. Revista Bras. Agrociencia, vol. 9, Nº4, pág. 383-388.

http://www.academia.edu/7933341/EVALUACION_DE_PLANTAS_MEDICINALES_EN_POLVO_PARA_EL_CONTROL_DE_Sitophilus_zeamais_MOTSCHULSKY_EN_MAIZ_ALMACENADO

Stadler, T.; M. Buteler; D. K. Weaver. 2010. Nanoinsecticidas: Nuevas perspectivas para el control de plagas. Revista de la Sociedad Entomológica Argentina, vol. 69, N°3-4, pág. 149-156.

http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0373-56802010000200001&script=sci_arttext

Stefanazzi, N.; M. M. Gutierrez; T. A. Bonini; A. A. Ferrero. 2006. Actividad biológica del aceite esencial de *Tagete sterniflora* Kunth (Asterácea) en *Tribolium castaneum* Herbst (Insecta, Coleoptera, Tenebrionidae) Boletín de sanidad vegetal plagas, 32: 439-447.

http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Plagas%2FBSVP_32_03_439_447.pdf

Vianna, F.; S. Padín; C. Fusé; J. Vicente; G. Dal Bello. 2012. Hongos Entomopatógenos: alternativa ecológica para el control de coleópteros-plaga en granos almacenados. Trabajo inédito. Presentado en VII Encuentro Anual de Biólogos en Red. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, p 48. .

Vianna, F.; G. Dal Bello; J. Vicente; C. Fusé; S. Padín. 2013a Utilización de polvos y extractos vegetales de la flora nativa bonaerense para el biocontrol de coleópteros-plaga en granos almacenados. CIDEFI (CICBA-UNLP). Cátedra de Terapéutica Vegetal. CONICET. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. Publicado en BER (Biólogos en Red) Mar del Plata. Trabajo distinguido con el Comité evaluador. p 125.

Vianna, F., Dal Bello, G., Padín, S. 2013 b. Bioplaguicidas como alternativas para el control de coleópteros plaga. Presentado en el Primer Congreso Internacional Científico y Tecnológico de la Provincia de Buenos Aires. Comisión de Investigaciones Científicas (CIC).

6. ANEXO

Tablas

Tabla 1. Especies vegetales y estructuras utilizadas para el control de *R. dominica* y *T. castaneum*.

NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	NOMBRE COMUN	ESTRUCTURA UTILIZADA
<i>Solanum granuloso-leprosum</i>	Solanaceae	Fumo Bravo (FM)	Hoja
<i>Pascalia glauca</i>	Asteraceae	Sunchillo (S)	Hoja
<i>Jodina rhombifolia</i>	Santalaceae	Sombra de toro (ST)	Hoja

Tabla 2. Índices de Repelencia calculados según Mazonetto (2002) para *T. castaneum* mediante el método del olfatómetro.

TRATAMIENTO	REFERENCIA	INDICE DE REPELENCIA
FUMO BRAVO	FB	0,84
SUNCHILLO	SU	1,02
CONTROL	C	1,02
SOMBRA DE TORO	ST	1,21

Tabla 3. Índices de Repelencia calculados según Mazonetto (2002) para *R. dominica* mediante el método de las cajas de Petri.

TRATAMIENTO	REFERENCIA	INDICE DE REPELENCIA
FUMO BRAVO	FB	0,42
SUNCHILLO	SU	0,76
CONTROL	C	1,06
SOMBRA DE TORO	ST	1,26

Tabla 4. Índices de Repelencia calculados según Mazonetto (2002) para *T. castaneum* mediante el método de las cajas de Petri.

TRATAMIENTO	REFERENCIA	INDICE DE REPELENCIA
FUMO BRAVO	FB	0,90
SOMBRA DE TORO	ST	0,96
CONTROL	C	1,08
SUNCHILLO	SU	1,21

Tabla 5. Porcentaje de mortalidad (media y EEM) de *R. dominica* y *T. castaneum* por especie vegetal.

ESPECIE VEGETAL	<i>R. dominica</i>	<i>T. castaneum</i>
SUNCHILLO	47,56±2,892a	2,94 ± 0,612a
FUMO BRAVO	27,77 ±2,892b	2,41 ± 0,61a
SOMBRA DE TORO	26,80±2,892b	3,74 ± 0,612a

R. dominica: valor p=0,000 y razón F=16,41 y *T. castaneum*: valor p=0,309 y razón F=1,19

Tabla 6. Porcentaje de mortalidad (media y EEM) de *R. dominica* y *T. castaneum* por concentración.

CONCENTRACION	<i>R. dominica</i>	<i>T. castaneum</i>
[5 %]	41,32±2,892 a	2,85±0,612 a
[2 %]	34,03±2,892 ab	3,20±0,612 a
[1 %]	26,81±2,892 b	3,03 ± 0,612 a

R. dominica: valor p=0,003 y razón F=6,29 y *T. castaneum*: valor p=0,926 y razón F=0,08

Tabla 7. Porcentaje de mortalidad (media y EEM) de *R. dominica* y *T. castaneum* por tiempo de exposición.

TIEMPO	<i>R. dominica</i>	<i>T. castaneum</i>
14 días	44,19±2,361 a	4,74 ± 0,500 ^a
7 días	23,91± 2,361 b	1,31± 0,500 b

R. dominica: valor p=0,000 y razón F=36,87 y *T. castaneum*: valor p=0,000 y razón F=23,41

Tabla 8. Concentración letal 50 ($[]_{50}$) y concentración letal 90 ($[]_{90}$) para *R. dominica* por especie vegetal.

ESPECIE	$[]_{50}$	$[]_{90}$
SUNCHILLO	1,89 %	5,36 %
SOMBRA DE TORO	4,77 %	10,82 %
FUMO BRAVO	5,70 %	14,67 %

Tabla 9. Tiempo de empupe medio (TE_{50}) y Tiempo de empupe 90 (TE_{90}) expresado en días, para la especie *T. castaneum*.

ESPECIE	TE50	LIM. INFERIOR	LIM. SUPERIOR	TE90
SUNCHILLO	7,61	7,26	7,95	10,56
FUMO BRAVO	7,05	6,71	7,39	10,31
CONTROL	6,96	6,64	7,29	9,97
SOMBRA DE TORO	6,61	6,27	6,94	9,61

Tabla 10. Evaluación de la emergencia en *R. dominica*.

TRATAMIENTO	PROGENIE F1 *	% EMERGENCIA	% REDUCCION
CONTROL	11,0 ± 1,778 a	100,00	0,00
FUMO BRAVO	4,2±1,545 b	38,18	61,82
SUNCHILLO	1,0 ± 0,841 b	9,09	90,91
SOMBRA DE TORO	0,8±0,915 b	7,27	92,73

Valor p=0,000 y Razón F=26,84 *media del número de insectos emergidos en la F1.

Tabla 11. Evaluación de la emergencia en *T. castaneum*

TRATAMIENTO	PROGENIE F1 *	% EMERGENCIA	% REDUCCION
CONTROL	78,4 ±3,374 a	100,00	0,00
FUMO BRAVO	73,0±3,962 a	93,11	6,89
SOMBRA DE TORO	69,0 ± 3,713 a	88,01	11,99
SUNCHILLO	68,8±2,241 a	87,76	12,24

Valor p=0,574 y Razón F=0,69

* media del número de insectos emergidos en la F1

Fotografías



Fotografía 1. Imagen de la estufa, donde se llevó a cabo la cría de insectos bajo condiciones controladas de humedad y temperatura.



Fotografía 2. Imagen de la balanza, con la cual se llevaron a cabo los pesajes para la preparación de dietas y los polvos para confeccionar los tratamientos.



Fotografía 3. Imagen de adultos en ayuno previo al bioensayo de repelencia.



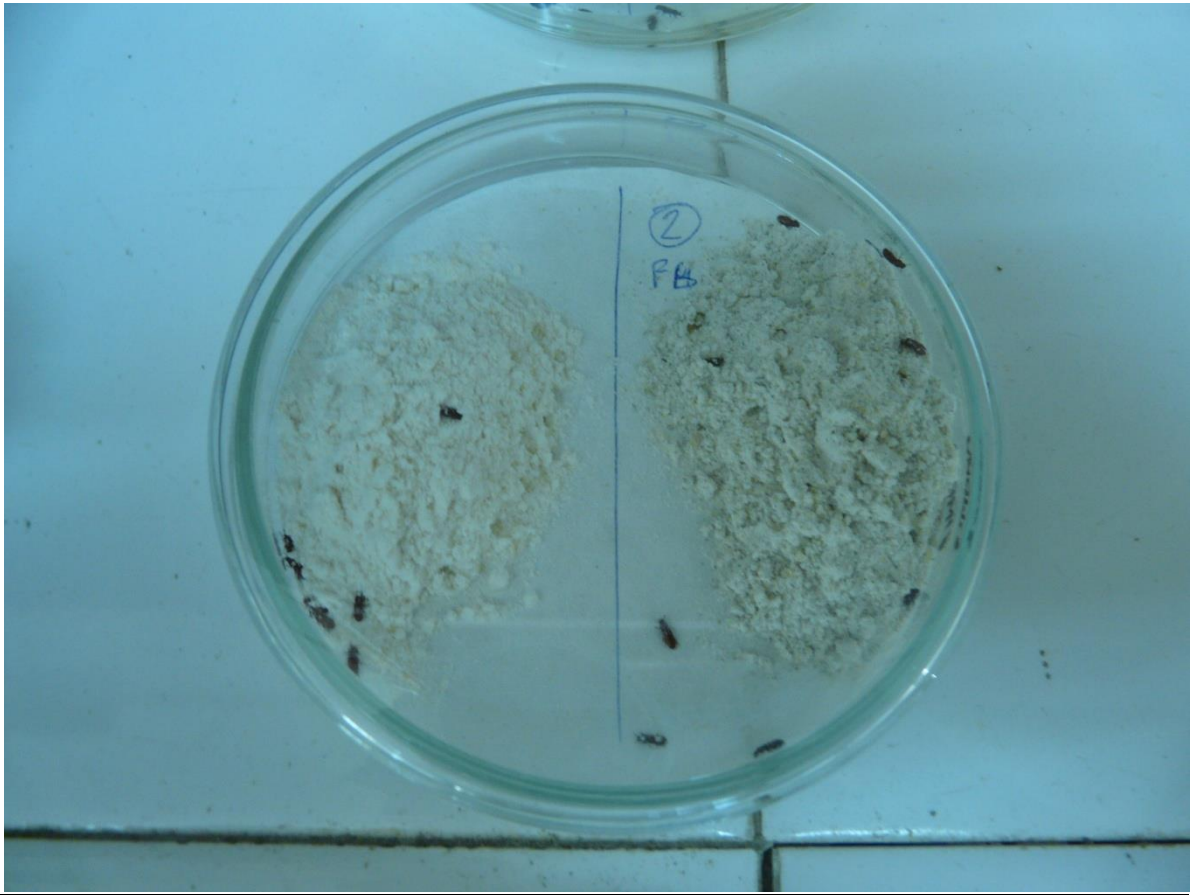
Fotografía 4. Imagen del Olfatómetro, utilizado en el bioensayo de repelencia.



Fotografía 4. Imagen de la preparación de los diferentes tratamientos en los olfatómetros.



Fotografía 5. Imagen de los olfatómetros con cada tratamiento, previo a la incorporación de adultos.



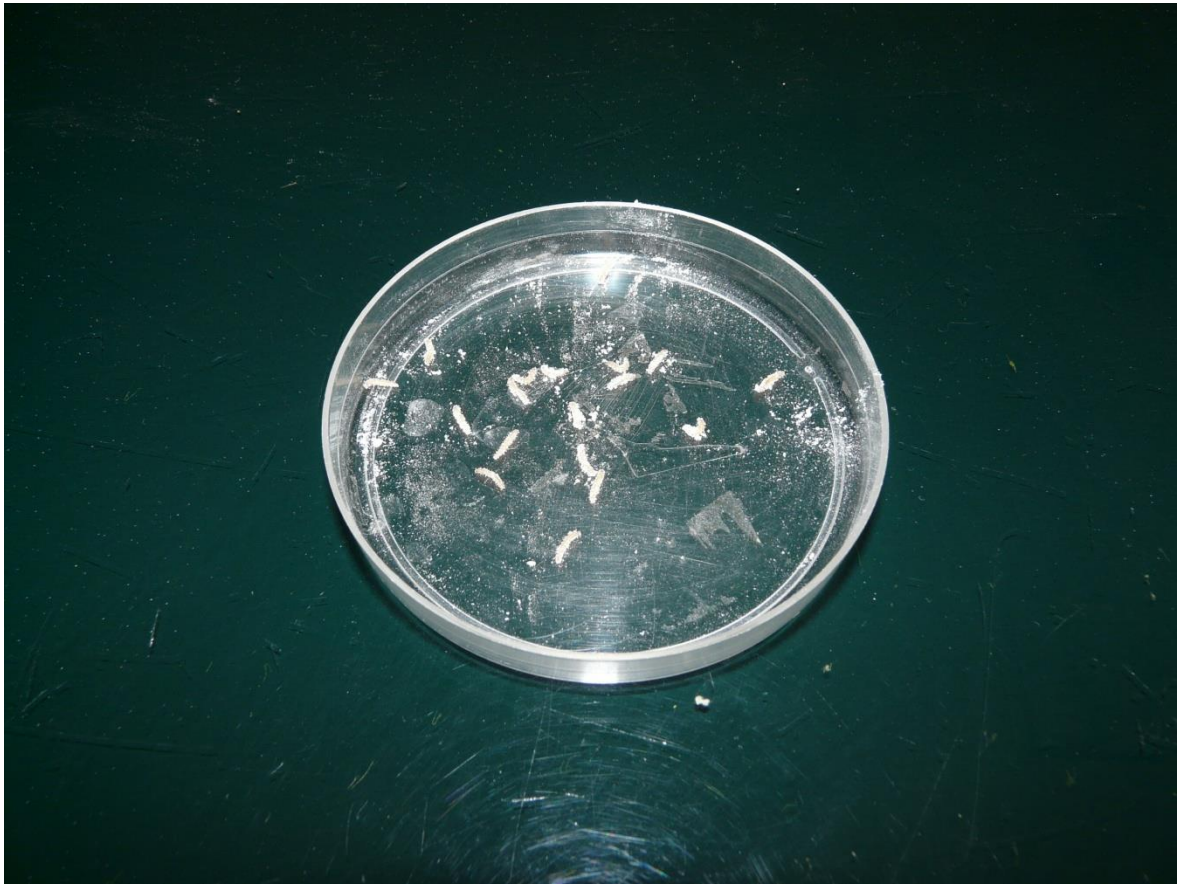
Fotografía 6. Imagen de Caja de Petri, bioensayo de repelencia.



Fotografía7. Imagen de Cajas de Petri, bioensayo de mortalidad para Rhyzopertha.



Fotografía8. Imagen de Cajas de Petri, bioensayo de mortalidad para Tribolium.



Fotografía 9. Imagen de Cajas de Petri con larvas de Tribolium, bioensayo de evaluación del desarrollo pupal.